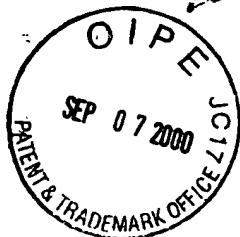


35.G2626



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
: Examiner: NYA  
TATSUSHI KATAYAMA ET AL. )  
: Group Art Unit: NYA  
Application No.: 09/624,385 )  
:   
Filed: July 27, 2000 )  
:   
For: IMAGE SYNTHESIS METHOD, )  
: IMAGE SYNTHESIS )  
: APPARATUS, AND STORAGE )  
: MEDIUM )  
: September 6, 2000

RECEIVED  
OCT - 5 2000  
TECH CENTER 2700

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the  
International Convention and all rights to which they are  
entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese  
Priority Applications:

217194/1999(Pat.) filed July 30, 1999

230476/1999(Pat.) filed August 17, 1999

Certified copies of the priority documents are

our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

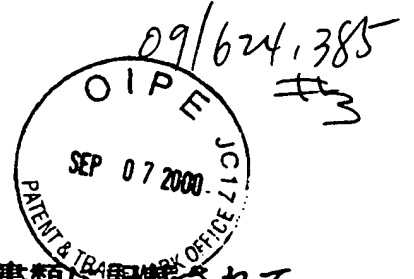
  
Attorney for Applicants

Registration No. 25,823

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

NY\_MAIN 108487 v 1

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年 8月17日

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第230476号

出願人  
Applicant(s):

キヤノン株式会社

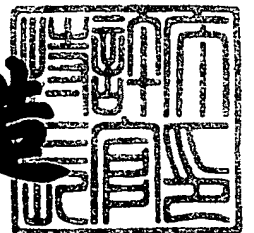
RECEIVED  
OCT-5 2000  
TECH CENTER 2100

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年 8月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3065527

【書類名】 特許願

【整理番号】 4024019

【提出日】 平成11年 8月17日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 G06T 1/00

【発明の名称】 画像合成方法、画像合成装置及び記憶媒体

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
内

【氏名】 片山 達嗣

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100069877

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 丸島 儀一

【電話番号】 03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703271

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像合成方法、画像合成装置及び記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の写像変換方式に対応した画像合成方法であって、  
入力された複数の画像を写像変換する前に、前記複数の画像のうち一方の画像の座標空間を、他方の画像の座標空間に変換する座標空間変換パラメータを生成する生成工程と、  
与えられた写像方式と前記座標空間変換パラメータとに基づいて、前記複数の画像を合成する画像合成工程と、  
を有する画像合成方法。

【請求項 2】 前記画像合成方法は、さらに写像方式を変更する変更工程を有し、  
前記画像合成工程は、写像方式の変更指示に応じて、前記複数の写像方式毎に設定されている座標変換パラメータを切替えて、前記入力された複数の画像に再度画像合成を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の画像合成方法。

【請求項 3】 前記画像合成方法は、さらに合成画像の基準位置を任意に設定する基準位置設定工程を有し、  
前記画像合成工程は、前記基準位置設定工程で設定した基準位置に応じて、画像合成を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 2 に記載の画像合成方法。

【請求項 4】 さらに前記画像合成工程で合成画像が生成される毎に、生成されたパノラマ合成画像と、これに用いた座標変換パラメータと座標空間変換パラメータとを記憶保持する記憶工程を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 に記載の画像合成方法。

【請求項 5】 複数の写像変換方式に対応した画像合成装置であって、  
入力された複数の画像を写像変換する前に、前記複数の画像のうち一方の画像の座標空間を、他方の画像の座標空間に変換する座標空間変換パラメータを生成する生成手段と、  
与えられた写像方式と、前記座標空間変換パラメータとに基づいて、前記複数の画像を合成する画像合成手段と、

を有する画像合成装置。

【請求項 6】 前記画像合成装置は、さらに写像方式を変更する変更手段を有し、

前記画像合成手段は、写像方式の変更指示に応じて、前記複数の写像方式毎に設定されている座標変換パラメータを切替えて、前記入力された複数の画像に再度画像合成を行うことを特徴とする請求項 5 に記載の画像合成装置。

【請求項 7】 前記画像合成装置は、さらに合成画像の基準位置を任意に設定する基準位置設定手段を有し、

前記画像合成手段は、前記基準位置設定手段で設定した基準位置に応じて、画像合成を行うことを特徴とする請求項 5 乃至 6 に記載の画像合成装置。

【請求項 8】 さらに前記画像合成手段で合成画像が生成される毎に、生成された合成画像と、これに用いた座標変換パラメータと座標空間変換パラメータとを記憶保持する記憶手段を有する事を特徴とする請求項 5 乃至 7 に記載の画像合成装置。

【請求項 9】 コンピュータが読み込み実行することで、複数の写像変換方式を備えるパノラマ画像合成方法を機能させるプログラムを記憶する記憶媒体において、

入力された複数の画像を写像変換する前に、前記複数の画像のうち一方の画像の座標空間を、他方の画像の座標空間に変換する座標空間変換パラメータを生成する生成工程と、

与えられた写像方式と前記座標空間変換パラメータとに基づいて、前記複数の画像を合成画像合成工程と、

を機能させるプログラムを記憶する記憶媒体。

【請求項 10】 入力された複数の画像から合成画像を生成する画像合成方法であって、

前記合成画像を編集処理する編集工程と、

前記編集処理が行われる度に、得られる合成画像を記憶する記憶工程と、

を有することを特徴とする画像合成方法。

【請求項 11】 前記編集処理は、写像方法を変更して画像合成することを含むこと特徴とする請求項 10 に記載の画像合成方法。

【請求項 12】 前記編集処理は、画像のつながぎ目の修正処理を含むこと特徴とする請求項 10 乃至 11 に記載の画像合成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、隣接する画像が共通の被写体領域を有するような複数の画像を任意の写像に変換して合成する画像合成方法、画像合成装置および記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、複数の画像を合成する場合に、予め設定された写像方式により、入力された画像を写像変換して合成するものが知られている。この写像方式としては、例えば第 4 図 (a) のように、原点 O を中心に各センサ面の画像を平面 401 に投影する平面写像や、第 4 図 (b) のように、原点 O を中心に各センサ面の画像を円筒 402 に投影する円筒写像や、第 4 図 (c) のように、原点 O を中心に各センサ面の画像を球面 403 に投影する球面写像がある。

【0003】

従来のパノラマ画像合成方法では、合成処理に必要なパラメータを生成する前に適切な写像方法を選択・設定し、この写像方法で入力画像を写像変換した後に、複数の画像同士の位置関係を示すパラメータ（座標空間変換パラメータに相当する）を対応点情報から生成し、合成していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、例えば写像方法を変更して合成画像を作ろうとした場合、改めて複数の画像を入力し、別の写像方法で写像変換を行って、複雑な画像合成処理を繰り返し実行していた。つまり、パラメータ生成のための処理を最初から再実行しなければならないため、時間がかかり、非常に効率が悪かった。



## 【 0 0 0 5 】

また、合成した後の画像に関して写像を変換して表示するものもあるが、これは一旦合成した後の画像をもとにして、再度変換処理するものである。つまり、オリジナルの画像に対して少なくとも2度の画像変換処理を実行しているので、写像を変更した画像の画質が劣化してしまうという問題があった。

## 【 0 0 0 6 】

上記の課題を鑑みて、本出願に係る発明の目的は、写像方式に関わらずに、入力された複数の画像の座標空間の関連を計算する工程と、写像方式に応じて異なる座標変換パラメータによる変換工程を別工程とし、画像合成時には、これらを組み合わせて、写像方式を変更可能に画像を合成することによって、写像方法を変更する際には、写像方式に対応して記憶している座標変換パラメータを切替えるだけで、容易に種々の写像方式による合成画像を得ることが可能であるという、新たなパノラマ画像合成方法を提供するものである。

## 【 0 0 0 7 】

## 【課題を解決するための手段】

上記本出願に係る第1の発明の画像合成方法は、入力された複数の画像を写像変換する前に、前記複数の画像のうち一方の画像の座標空間を、他方の画像の座標空間に変換する座標空間変換パラメータを生成し、与えられた写像方式と前記座標空間変換パラメータとに基づいて、複数の画像を合成することを特徴とするものである。

## 【 0 0 0 8 】

また本出願に係る第2の発明は、さらに写像方式を変更する変更工程を有し、画像合成工程では、写像方式の変更指示に応じて、前記複数の写像方式毎に設定されている座標変換パラメータを切替えて、前記入力された複数の画像に再度画像合成を行うことを特徴とする。

## 【 0 0 0 9 】

また本出願に係る第3の発明は、さらに合成画像の基準位置を任意に設定する基準位置設定工程を有し、画像合成工程は、前記基準位置設定工程で設定した基準位置に応じて、画像合成を行うことを特徴とする。

【0010】

また本出願に係る第4の発明は、さらに前記画像合成工程でパノラマ合成画像が生成される毎に、生成されたパノラマ合成画像と、これに用いた座標変換パラメータと座標空間変換パラメータとを記憶保持する記憶工程を有することを特徴とする。

【0011】

また本出願に係る第5の発明は、入力された複数の画像から合成画像を生成し、この合成画像に対して編集処理が行われる度に、新たに得られる合成画像を記憶することを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】

(第1の実施例)

本実施例に係るパノラマ画像合成方法及び装置に用いられる画像は、図2に示すように、撮影者が任意の位置で回転しながら状態1で撮影領域1の画像を入力し、状態2で撮影領域2の画像を入力し、さらに状態3で撮影領域3の画像を入力することにより得られるものである。

【0013】

回転する方向として、図2のY軸回り（以下パン）あるいはX軸回り（以下チルト）がある。図2に示すように画像を入力して合成処理することにより、任意の画角をカバーするパノラマ画像を得ることができる。

【0014】

ここで、パノラマ画像と写像の関係について説明する。図3は、図2の各撮影状態の $Y=0$ における断面図である。原点Oと、座標軸XYZは撮影状態1を基準に設定している。 $f$ は撮影焦点距離であり、 $\phi_{12}$ 及び $\phi_{23}$ はパン角度を表わす。また、301、302及び303はカメラのセンサ面（結像面）である。

【0015】

異なる方向を向いて撮影された複数の画像を合成して、1つの画像として表現するためには、ある1つの面に画像を写像する必要がある。その写像方法としては、例えば図3に示すように各センサ面の画像を円筒面310に投影する円筒写

像や平面 320 に投影する平面写像等がある。

【0016】

図 4 を用いて、上記の写像の方式の概略を示す。

【0017】

図 4 (a) は平面写像であり、原点 O を中心に各センサ面の画像を平面 401 に投影するものである。

【0018】

平面写像は、広角のレンズで撮影した場合と同様の合成画像が得られ、被写体の直線部は合成画像においても直線として表現される。但し、表現できる画角の範囲は  $180^\circ$  未満に限定され、また  $180^\circ$  未満であっても、画角が大きくなるに従い周辺部における歪みが増大し画質が劣化する。従って、合成画像の画角としては  $120^\circ$  程度までにするのが適当であるといえる。

【0019】

図 4 (b) は円筒写像であり、各センサ面の画像を、中心線が原点 O を通る円筒 402 に投影するものである。

【0020】

円筒の側面を展開して得られる画像の水平方向は、角度  $\phi$  で表わされ、 $360^\circ$  全周を表現することができる。但し、垂直方向は平面写像と同様であるので、 $180^\circ$  未満の画角のみ表わすことができるが、平面写像と同様に、画角が大きくなるに従い周辺部における歪みが増大し画質が劣化する。円筒写像では、被写体の直線部は画像の位置に応じて歪曲する。

【0021】

また、円筒写像は回転軸として X 軸回りの円筒と Y 軸回りの円筒があるので、撮影条件、即ちパン撮影の場合は Y 軸回りの円筒（縦円筒）を用い、チルト撮影の場合は X 軸回りの円筒（横円筒）を用いるというように、回転軸を選択することが有効である。

【0022】

図 4 (c) は球面写像であり、原点 O を中心に各センサ面の画像を球面 403 に投影するものである。

【 0 0 2 3 】

球面写像により得られる画像は、水平方向及び垂直方向とも角度を表わす。従って全周のパノラマ画像を表わすことができる。球面写像では、被写体の直線部は画像の位置に応じて歪曲する。

【 0 0 2 4 】

球面写像は、パン及びチルト撮影が混在している画像を合成した場合の表現方式として有効である。

【 0 0 2 5 】

このように、画像合成する際の写像方式は種々のものがあり、被写体の種類や撮影条件により選択することが有効である。

【 0 0 2 6 】

図 1 に本実施例に係るパノラマ画像合成方式及び装置の概略を示す。

【 0 0 2 7 】

図 1 において 7 0 1 は画像入力部であり合成に用いる画像を入力するものである。画像は不図示の記録媒体に記録されているものを読み込むことにより入力しても良いし、不図示のメモリ等に保持されているものを入力することもできる。また、デジタルカメラ等の撮像素子より得られる映像信号をデジタル化して入力するものであっても構わない。

【 0 0 2 8 】

7 0 2 はメモリであり、画像情報、合成処理に用いる各種パラメータ等の各種情報を保持するものである。

【 0 0 2 9 】

7 0 3 は M P U であり、合成処理全体を制御し、また各種演算処理を行うものである。

【 0 0 3 0 】

7 0 4 は、合成パラメータ生成部であり、隣接する画像同士の位置関係を示す座標空間変換パラメータを生成したり、階調変換パラメータ、隣接画像のつなぎ目位置を算出したりすることによって、合成画像を生成するために必要な各種合成パラメータを生成する。合成パラメータ生成部 7 0 4 は、メモリ 7 0 2 や M P U

703と接続されており、メモリ702とは画像データや、各種合成パラメータ等の情報が入出力されている。なお、MPU703に対しては主に制御情報の入出力を行っている。

【0031】

705は、画像合成変換部であり、与えられた写像方式に応じた座標変換パラメータと、合成パラメータ生成部704で生成された、座標空間変換パラメータ等の合成パラメータを用いて、複数枚の画像を合成する。具体的には、MPU703からの制御情報に基づいて、メモリ702にアクセスして、画像データや、座標空間変換パラメータ等の各種合成パラメータを読み込み、座標変換処理を行う行って、合成画像を生成する。また、得られた合成画像をメモリ702に書込む。

【0032】

706はフロッピーディスク等の記録媒体であり、合成したパノラマ画像を記録するものである。

【0033】

707は操作部であり、焦点距離の設定、写像方式の選択等の操作を行うものである。具体的な操作は、マウス等を用いてGUIベースで行ってもよいし、キーボードによるコマンドの直接入力により行ってもよい。

【0034】

708は表示部であり、パノラマ合成された画像、写像変換された画像あるいはGUI等を表示するためのものである。

【0035】

次に、第1の実施例のパノラマ画像合成処理の動作について説明する。

【0036】

隣接する画像の一部が重複した画像を、画像入力部701により入力しメモリ702に保持する。入力する画像は表示部708に表示された候補画像から操作部707による指示により選択することもできる。また、画像ファイルの属性を基に自動的に1セットのパノラマ画像を選択して入力するようにしても良い。

## 【0037】

合成処理に用いる画像の撮影焦点距離  $f$  は、操作部 707 において設定する。設定方法としては、焦点距離の値を入力するもの、複数の候補の中から選択するもの等がある。また、メモリに保持した画像の属性として撮影焦点距離が予め設定されている場合は、その値を用いることも可能である。

## 【0038】

画像情報及び撮影焦点距離が設定されると、合成パラメータ生成部 704 において隣接する画像を合成するためのパラメータを生成する処理が実行される。

## 【0039】

図 5 に、合成パラメータ生成のフローを示す。

## 【0040】

S501 では、合成パラメータ設定に用いる 2 つの画像を設定する。S502 では、設定した 2 つの画像間の重複領域内で対応点の抽出処理を行う。対応点の抽出には、テンプレートマッチング法、相互相関法等の公知の技術を用いればよい。

## 【0041】

また、処理の効率化のために、公知の Coarse-to-Fine による階層的な対応点抽出処理を行うことも有効である。

## 【0042】

S502 においては、抽出した対応点情報を基に画像間の座標空間変換パラメータの算出を行う。例として第 6 図を用いて座標空間変換パラメータ算出の概略を示す。

## 【0043】

図 6 は図 2 におけるパン撮影において  $Y=0$  の  $XZ$  断面を示したものである。601 及び 602 は隣接する撮影画像に対応したセンサ面を示している。センサ面 601 に対応した  $XYZ$  座標の原点を  $O$ 、センサ面 602 に対応した  $X'Y'Z'$  座標の原点を  $O'$  とすると、座標空間変換パラメータは座標系  $XYZ$  と座標系  $X'Y'Z'$  の関係を表わすものである。S501 の対応点抽出処理により得られた対応点を点  $P$  及び点  $P'$  とすると、この 2 点間の関係は図 6 の回転パラメータ

R 及び並進パラメータ T により

$$P' = R \cdot P + T \quad - (1)$$

となる。ここで、R は各軸回りの回転成分 ( $\theta$ ,  $\phi$ ,  $\phi$ ) により得られる回転マトリクスであり、以下のように表される。

【0 0 4 4】

【外 1】

$$R = \begin{pmatrix} m_1 & m_2 & m_3 \\ m_4 & m_5 & m_6 \\ m_7 & m_8 & m_9 \end{pmatrix} \quad - (2)$$

ここで

$$m_1 : \cos(\phi) \cos(\theta)$$

$$m_2 : -\sin(\phi) \cos(\theta) + \cos(\phi) \sin(\phi) \sin(\theta)$$

$$m_3 : \sin(\phi) \sin(\theta) + \cos(\phi) \sin(\phi) \cos(\theta)$$

$$m_4 : \sin(\phi) \cos(\phi)$$

$$m_5 : \cos(\phi) \cos(\theta) + \sin(\phi) \sin(\phi) \sin(\theta)$$

$$m_6 : -\cos(\phi) \sin(\theta) + \sin(\phi) \sin(\phi) \cos(\theta)$$

$$m_7 : -\sin(\phi)$$

$$m_8 : \cos(\phi) \sin(\theta)$$

$$m_9 : \cos(\phi) \cos(\theta)$$

である。

【0 0 4 5】

回転マトリクス R 及び並進マトリクス T の合成マトリクス M は、以下のように表される。

【0 0 4 6】

【外 2】

$$M = \begin{pmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad - (3)$$

【0 0 4 7】

合成マトリクス M は、対応点抽出処理により得られる複数個の対応点情報を基に非線形最小自乗法等を用いて算出することができる。パラメータ算出の方式としては、他の公知技術を用いることも可能である。

【0048】

このように、座標系  $XYZ$  と座標系  $X'Y'Z'$  の関係を計算しておくことにより、例えば  $P(x, y, z)$  に対応する  $X'Y'Z'$  座標上の点がどこなのかを容易に知る手がかりとなる。

【0049】

具体例は後に示すが、この座標空間変換パラメータとして、合成マトリクス  $M$  を求めることは、画像間の各点の対応関係を示しており、言い換えれば、任意に入力した2次元の画像情報から、それらを撮影したときの空間的な位置関係を表現しているのである。

【0050】

したがって、あとはこれらの画像を適切な共通面に写像することによって、適切な合成画像を得ることが出来る。

【0051】

S 5 0 4 においては、隣接する画像間の階調を一致させるための補正パラメータを生成する。補正パラメータの生成方式は特開平 0 9 - 3 2 1 9 7 2 の技術を適応する。

【0052】

S 5 0 5 においては、生成した座標変換パラメータあるいは階調補正パラメータを用いて隣接する画像間のつなぎ目位置の設定を行う。つなぎ目位置は、座標空間変換パラメータを基にリサンプリングした画素間の差分あるいは相関値を用いて設定する。

【0053】

S 5 0 6 において、隣接する画像間のパラメータ生成がすべて完了したかを判別して、完了していなければ次に合成すべき2画像を S 5 0 1 において再び設定し、合成操作を続ける。

【0054】

完了している場合は、S 5 0 7 において全画像を合成する際の基準位置を設定する。



## 【0055】

S508では、設定した基準位置を基に、既に得られている座標空間変換パラメータを変換する。

## 【0056】

以上の処理により、第1図の704において合成パラメータが生成され、メモリ702に保持される。

## 【0057】

合成パラメータが生成されると、画像変換部705において選択されている写像方式によりパノラマ合成画像が生成される。画像変換部705における処理の概略を図7により説明する。

## 【0058】

図7は、合成画像を円筒写像変換して生成する場合を示している。図7(a)において710は、円筒写像によるパノラマ合成画像である。ここで、710上の画素 $Ik$ を生成する処理により、画像変換部705における処理の概略を示す。図7(b)は、各撮影位置でのセンサ面712及び713間の関係を模式的に示したもので、711は合成画像710を $Y=Y_k$ 断面により表わしたものである。なお、簡単に考える為に、前述の並進成分 $T$ ない図となっている。

## 【0059】

図7(b)において、711面上の点 $Ik(\phi_k, Y_k)$ を、XYZ座標の点 $P(x, y, z)$ として座標変換するときは、以下の式で表すことができる。

## 【0060】

$$\begin{aligned} x &= f \cdot \sin(\phi_k) \\ y &= Y_k \\ z &= f \cdot \cos(\phi_k) \end{aligned} \quad - (4)$$

## 【0061】

点 $P$ を $X'Y'Z'$ 座標系の点 $P'(x', y', z')$ で表すとする、点 $P$ と点 $P'$ 間の変換は、合成パラメータ生成部704において生成された式(4)の座標空間変換パラメータ $M$ を用いればよく、次式により表わすことができる。

【 0 0 6 2 】

【外 3】

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{— (5)}$$

【 0 0 6 3 】

次に、点 P' に対応するセンサ面 7 1 3 上の座標 P'' を次式により求める。

【 0 0 6 4 】

【外 4】

$$\begin{aligned} x'' &= f \cdot \frac{x'}{z'} \\ y'' &= f \cdot \frac{y'}{z'} \\ z'' &= f \end{aligned} \quad \text{— (6)}$$

【 0 0 6 5 】

上記 (6) 式により、センサ面 7 1 3 ( $z''=f$ ) 上の座標 ( $x'', y''$ ) の画素を参照すれば、合成画像 7 1 0 上の画素 I<sub>k</sub> の値を知ることが出来る。

【 0 0 6 6 】

以上の処理を合成画像 7 1 0 の各画素に対して施すことにより、円筒写像変換された合成画像を生成することができる。

【 0 0 6 7 】

合成された画像はメモリ 7 0 2 に保持されると共に、表示部 7 0 8 に表示される。また、必要に応じて記録媒体 7 0 6 に記録される。

【 0 0 6 8 】

以下においては、写像方式の変更と、この時の変換処理について示す。

【 0 0 6 9 】

操作部 7 0 7 において、ユーザーが任意の写像方式を選択して、写像方式の変

更指示をすると、MPUは選択された写像方式に対応した座標変換処理を設定し、前述と同様の処理により705において画像変換処理を実行する。

## 【0070】

写像方式が変更されると、前述の式(4)を用いた座標変換処理が、選択された新たな写像方式に対応したものに置き換えられる。

## 【0071】

例えば平面写像に変更した場合は、合成画像の各画素はセンサ面の座標と一致するので、生成する画素 $Ik(X_k, Y_k)$ に対応する式(4)の座標変換式は以下となる。

## 【0072】

$$\begin{aligned} x &= X_k \\ y &= Y_k \\ z &= f \end{aligned} \quad - (7)$$

## 【0073】

球面写像の場合は、水平及び垂直方向共に等角度ピッチとなるようにサンプリングするので画素 $Ik(\phi_k, \theta_k)$ に対応する座標変換は次式となる。

## 【0074】

$$\begin{aligned} x &= f \cdot \cos(\theta_k) \sin(\phi_k) \\ y &= f \cdot \cos(\theta_k) \\ z &= f \cdot \cos(\theta_k) \cos(\phi_k) \end{aligned} \quad - (8)$$

## 【0075】

従って、画像間の関係を表わす座標空間変換パラメータMは、いずれの写像方式においても同一のものを使い、選択された写像の種類に応じて(4)式、(7)式及び(8)式の各座標変換式を切り換えることにより、任意の写像による合成画像を得ることが可能となるのである。

## 【0076】

従来は、写像方式が変更される度に、写像方式に基づいた計算式に、対応点の座標を代入して、合成パラメータ生成処理を実行し、これに基づいて、すべての画素を座標変換していた。

【0077】

これに対して、本実施例のパノラマ画像合成方法では、まず座標空間変換パラメータとして、画像間の各点の対応関係を求めておき、あとは座標変換処理を写像方式に対応して切り換えるだけで合成処理が完了する。したがって、写像方式の切り替えのときには、既に計算した座標空間変換パラメータと、各写像方式に対応して記憶している座標変換処理を用い、入力画像そのものに対して写像変換するだけでよく、つまり新たなパラメータ計算をする必要が無いので、非常に効率良く種々の写像方式による合成画像を得ることが可能となっている。特に写像方式変更時の処理時間を、大幅に短縮することが可能である。同時に、合成した画像に対して変換処理を行わないので、画質も良好な合成画像を得ることが出来るのである。

【0078】

(第2の実施例)

第2の実施例のパノラマ画像合成処理は、以下の特徴を有する。

- 1) 基準位置をユーザーが任意に変更可能で、変更された基準位置により合成画像が変換される。
- 2) つなぎ目の修正処理ができる。
- 3) 以前の合成結果に戻ることができる。

【0079】

以下、上記の特徴を有するパノラマ画像合成方法及び装置の動作について説明する。尚、全体の構成としては図1と同様である。また、予め設定された写像方式により合成画像が生成され、表示部に表示される過程までは、第1実施例と同様であるので説明を省略する。

【0080】

本実施例に係る基準位置の変更の概略を図8及び図9に示す。図8(a)は、平面写像により合成結果が表示されている場合である。図8の合成画像801は、建物を垂直方向にチルトしながら撮影した画像を合成したものである。合成画像は上部が縮小し台形状になっている。802は、基準位置である。

【0081】

図8（b）は、撮影時の被写体とセンサ面との関係を示したものである。803は、被写体の建物であり、804～806はチルトしながら撮影した各状態でのセンサ面であり、807は合成画像を表わす投影面で、808は合成画像の基準位置である。

【0082】

基準位置の変更は、図1の操作部707によりマウス等により図8（a）の基準位置802を移動させる。基準位置の移動は、キーボードにより移動先の座標を指定することもできるし、矢印キー等により移動させても良い。

【0083】

変更された位置はMPU703に送られる。MPU703は、移動情報を画像変換部705に出力する。画像変換部705においては、移動情報を基に合成画像を修正するための修正マトリクス $M'$ を生成する。

【0084】

画像変換部においては、すべての画像の座標空間変換パラメータ $M$ を $M'$ により

$$M2 = M \cdot M' \quad (9)$$

と修正して、合成変換のためのマトリクス $M2$ を生成する。

【0085】

以下、第1実施例と同様に選択されている写像方式を用いて合成画像を生成して、メモリ702に保持し、また表示部708に表示する。

【0086】

図9（a）は基準位置を移動し、合成画像を変換した結果である。901は、合成画像であり、902は現在の基準位置を表わす。

【0087】

図9（b）は被写体とセンサ面との関係である。

【0088】

基準位置を908に移動して、基準位置と基に設定される合成画像の投影面907を用いて合成画像を生成する。

## 【 0 0 8 9 】

投影面 9 0 7 は、被写体の側面 9 0 9 と並行であるので、歪みの無い合成画像 9 0 1 を得ることができる。

## 【 0 0 9 0 】

従来においても、投影面 8 0 7 や 9 0 7 に対応する基準平面を任意に設定し、この平面状に合成画像を形成するものは見られるが、その場合においても、基準平面の変更に伴って、合成パラメータの算出をはじめからやり直す必要があり、使い勝手が悪かった。

## 【 0 0 9 1 】

しかし本願では、基準位置に対応した座標空間変更パラメータを、既に計算した座標空間変換パラメータに適用して計算するだけであるので、使い勝手が格段に向上する。そして、合成画像を生成する際の基準位置をユーザーの意図する位置に設定することが可能となり、あおり補正等の幾何学補正に柔軟に対応することができる。

## 【 0 0 9 2 】

次に、つなぎ目の修正処理について説明する。図 1 0 ( a ) は、画像の一部が重複するように撮像した画像 1 0 1 及び 1 0 2 である。また図 1 0 ( b ) は、画像 1 0 1 及び画像 1 0 2 を合成した合成画像である。合成画像 1 0 3 において点線はつなぎ目位置を表わす。

## 【 0 0 9 3 】

合成画像 1 0 3 では、つなぎ目付近の画像にずれが生じている。合成画像において、上記のようなずれが生じている場合、本実施例のパノラマ画像合成方法及び装置は図 1 1 ( a ) 及び図 1 1 ( b ) に示す修正処理により対応することができる。

## 【 0 0 9 4 】

図 1 1 ( a ) においては、図 1 の操作部 7 0 7 により撮像した 2 つの画像 1 0 1 及び 1 0 2 を移動させて、2 つの画像の重複部がおおむね一致するように位置合わせする。位置合わせした情報は MPU 7 0 3 に与えられ、MPU 7 0 3 は、合成パラメータ生成部 7 0 4 に位置合わせ情報を与えることにより、合成パラメ

ータ生成部における対応点抽出処理のための情報として用いる。

【0095】

合成パラメータ生成部においては、予めある程度の位置合わせがなされた状態から対応点抽出することができるので、抽出精度及び信頼性を向上することが可能となる。

【0096】

図11(b)においては、図1の操作部707により、撮像した画像101及び102の被写体上の点を対応点として直接設定する。図11(b)においては、点112A-点112Bと点113A-点113Bが対応点ペアとして設定されている。

【0097】

MPU703は、前記対応点ペアの情報を取得し、合成パラメータ生成部704に与える。

【0098】

合成パラメータ生成部704においては、取得した対応点ペアの情報を用いて座標空間変換パラメータを推定することができる。また、取得した対応点ペアは手動で位置合わせされているので、対応点ペアの近傍でのみテンプレートマッチングあるいは相互相関処理を実行して、対応点ペアの精度を向上させて座標変換パラメータの推定に用いても良い。

【0099】

図11(c)は修正後の合成画像114である。画像103と比較してつなぎ目の位置合わせのが滑らかになっている。この修正処理は、ユーザーの欲する結果となるまで繰り返し実行することができる。

【0100】

上述の写像方式の変更処理やつなぎ目の修正処理により、結果的に得られた合成画像が良好となった場合は問題ないが、場合によっては修正前の結果の方が好ましい場合も起こり得る。このような場合に対応するために、本実施例に係るパノラマ画像合成方法では、合成画像が生成されるたびに、合成パラメータ及び合成結果の画像情報を一連の合成処理がすべて終了するまでメモリ702に保持し

ている。

#### 【0 1 0 1】

例えば図 1 0 (b) に示す合成結果 1 0 3 を最初の合成結果として合成カウンタを  $Cs1=1$ 、 $Cs2=1$  にセットすると共に、各種合成パラメータ及び合成画像を合成カウンタ  $Cs1=1$ 、 $Cs2=1$  に対応したメモリ位置に保持する。ここで  $Cs1$  は、変更・修正処理が繰り返されるたびに 1 つずつ増大するカウンタで、 $Cs2$  は、現在の状態から、1 段階前の状態に戻った上で、新たに変更・修正処理が行われたときに 1 つずつ増大するカウンタである。

#### 【0 1 0 2】

次に、変更・修正処理により合成画像 1 1 4 が得られると、合成カウンタを  $Cs1=2$ 、 $Cs2=1$  にセットし、合成パラメータ及び合成画像を合成カウンタ  $Cs1=2$ 、 $Cs2=1$  に対応したメモリ位置に保持する。

#### 【0 1 0 3】

さらに、変更・修正処理により合成画像 1 2 0 が得られると、合成カウンタを  $Cs1=3$ 、 $Cs2=1$  にセットし、合成パラメータ及び合成画像を合成カウンタ  $Cs1=3$ 、 $Cs2=1$  に対応したメモリ位置に保持する。

#### 【0 1 0 4】

ここで、ユーザーが操作部 7 0 7 により”戻る”操作を行った場合は、 $Cs1$  を現在の位置から 1 減じて  $Cv1=2$  として、合成カウンタ  $Cs1=2$ 、 $Cs2=1$  に対応した合成パラメータ及び合成結果画像をメモリ 7 0 2 から読み出し、合成画像を表示部 7 0 8 に表示すると共に、読み出したパラメータを現時点のパラメータとして置き換える。

#### 【0 1 0 5】

この時点では図 1 3 の合成画像 1 3 1 が表示されている。ここで、変更・修正処理を行った場合は、 $Cs$  カウンタを一つ進めて、合成カウンタを  $Cs1=2$ 、 $Cs2=2$  にセットし、合成パラメータ及び合成画像を合成カウンタ  $Cs1=2$ 、 $Cs2=2$  に対応したメモリ位置に保持する。この状態では図 1 3 の合成画像 1 3 3 が表示されている。



【0 1 0 6】

さらに修正した場合は、合成画像 1 3 4 が表示され、合成カウンタは  $Cs1 = 2$ 、 $Cs2 = 3$  となる。

【0 1 0 7】

上記の処理を MPU 7 0 3 ・ メモリ 7 0 2 において実行することにより、変更・修正で生成されたすべての画像をメモリに記憶しているので、ユーザーはこれまでに生成した任意の合成画像の状態に、簡単に移行することが可能となる。

【0 1 0 8】

尚、操作部 7 0 7 においては、左矢印 (←) と右矢印 (→) により” 戻る ” 方向を指定する。

【0 1 0 9】

但し、方向の指定方法は他の公知の方法を利用できることは言うまでもない。

【0 1 1 0】

例えば、カウンタ  $Cs1$  ・  $Cs2$  の値をそれぞれ入力することによって、これまでに生成した任意の合成画像に移行することも可能である。

【0 1 1 1】

さらに、上記の場合は合成パラメータと合成画像を保持しているが、合成画像が大きいあるいは多い場合には、メモリの容量を圧迫する可能性もあるので、合成パラメータのみを保持して、画像は合成パラメータを用いて逐次生成するようにする方式も有効である。

【0 1 1 2】

本実施例のパノラマ画像合成方法及び装置によれば、合成画像のあおり等の補正を柔軟に行うことが可能となり、また修正作業を効率良く実行することができる。

【0 1 1 3】

なお、上記実施例は複数の機器（たとえばホストコンピュータ、インタフェース機器、リーダ、プリンタ等）から構成されるシステムに適用しても、または一つの機器（たとえば複写機、ファクシミリ装置）からなる装置に適用してもよい。

## 【0114】

また前述した実施形態の機能を実現する様に各種のデバイスを動作させる様に該各種デバイスと接続された装置あるいはシステム内のコンピュータに、前記実施形態機能を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（CPUあるいはMPU）を格納されたプログラムに従って前記各種デバイスを動作させることによって実施したものも本願発明の範疇に含まれる。

## 【0115】

またこの場合、前記ソフトウェアのプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、例えばかかるプログラムコードを格納した記憶媒体は本発明を構成する。

## 【0116】

かかるプログラムコードを格納する記憶媒体としては例えばフロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることが出来る。

## 【0117】

またコンピュータが、供給されたプログラムコードを実行することにより、前述の実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードが、コンピュータにおいて稼働しているOS（オペレーティングシステム）、あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して前述の実施形態の機能が実現される場合にもかかるプログラムコードは本願発明の実施形態に含まれることは言うまでもない。

## 【0118】

更に供給されたプログラムコードが、コンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能格納ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も本願発明に含まれることは言うまでもない。

## 【0 1 1 9】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本出願に係る第 1 の発明によれば、入力された複数の画像を写像変換する前に、前記複数の画像のうち一方の画像の座標空間を、他方の画像の座標空間に変換する座標空間変換パラメータを生成し、与えられた写像方式と座標空間変換パラメータとに基づいて複数の画像を合成するので、どんな写像方式が与えられても、座標空間変換パラメータを共通に用い、写像方式に応じた処理を組み合わせるだけで、容易に種々の写像方式による合成画像を得ることが可能である。

## 【0 1 2 0】

特に写像方式を変更する時には、座標空間変換パラメータの計算は省略することが出来るので、写像方式変更時の処理時間を大幅に短縮することが可能な、新たな画像合成方法を提供することが出来る。

## 【0 1 2 1】

また、本出願に係る第 2 の発明によれば、写像方式を変更する変更工程を有し、画像合成工程では、写像方式の変更指示に応じて、前記複数の写像方式毎に設定されている座標変換パラメータを切替えて、入力された複数の画像に再度画像合成処理を行い、合成した画像に対して再度変換処理を行わないことから、画質も良好な合成画像を得ることが出来る。

## 【0 1 2 2】

また、本出願に係る第 3 の発明によれば、合成画像の基準位置を任意に設定する基準位置設定工程を有し、画像合成工程では、基準位置設定工程で設定した基準位置に応じて、画像合成を行うので、合成画像を生成する際の基準位置をユーザーの意図する位置に設定することが可能となり、あおり補正等の幾何学補正に柔軟に対応することができる。

## 【0 1 2 3】

また、本出願に係る第 4 の発明によれば、さらに画像合成工程で合成画像が生成される毎に、生成されたパノラマ合成画像と、これに用いた座標変換パラメータと座標空間変換パラメータとを記憶保持する記憶工程を有するので、写像方式

の変更や基準位置の設定等により生成した多くの合成画像、及び座標変換パラメータを読み出すことにより、任意の時点における合成結果を簡単に得ることが可能となる。

【 0 1 2 4 】

また、本出願に係る第 5 の発明によれば、入力された複数の画像から合成画像を生成し、この合成画像に対して編集処理が行われる度に、新たに得られる合成画像を記憶するので、それまでに生成した合成画像を素早く読み出すことが出来、編集作業の効率を向上させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

パノラマ画像合成処理のブロック図。

【図 2】

パノラマ撮影の概略図。

【図 3】

写像変換の概略図。

【図 4】

写像方式を説明する図。

【図 5】

合成パラメータ生成処理のフロー。

【図 6】

合成変換処理の概略図。

【図 7】

画像合成の説明図。

【図 8】

画像変換の前記略図。

【図 9】

画像変換の前記略図。

【図 1 0】

撮像画像の概略図。

【図 1 1】

修正処理の概略図。

【図 1 2】

合成画像の概略図。

【図 1 3】

処理シーケンスの概略図。

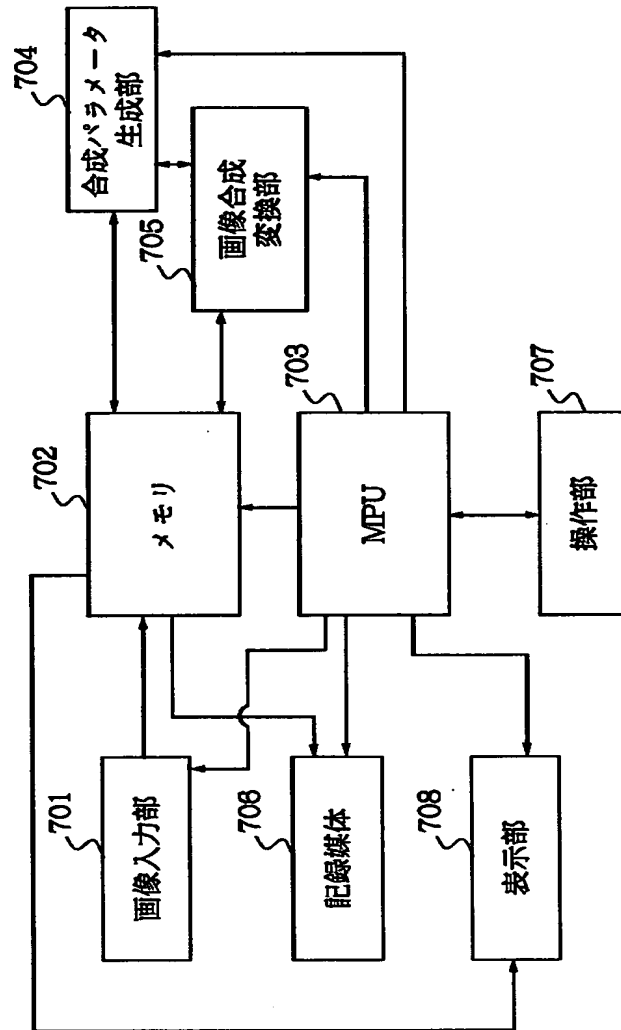
【符号の説明】

- 7 0 1 画像入力部
- 7 0 2 メモリ
- 7 0 3 M P U
- 7 0 4 合成パラメータ生成部
- 7 0 5 画像合成変換部
- 7 0 6 記録媒体
- 7 0 7 操作部
- 7 0 8 表示部

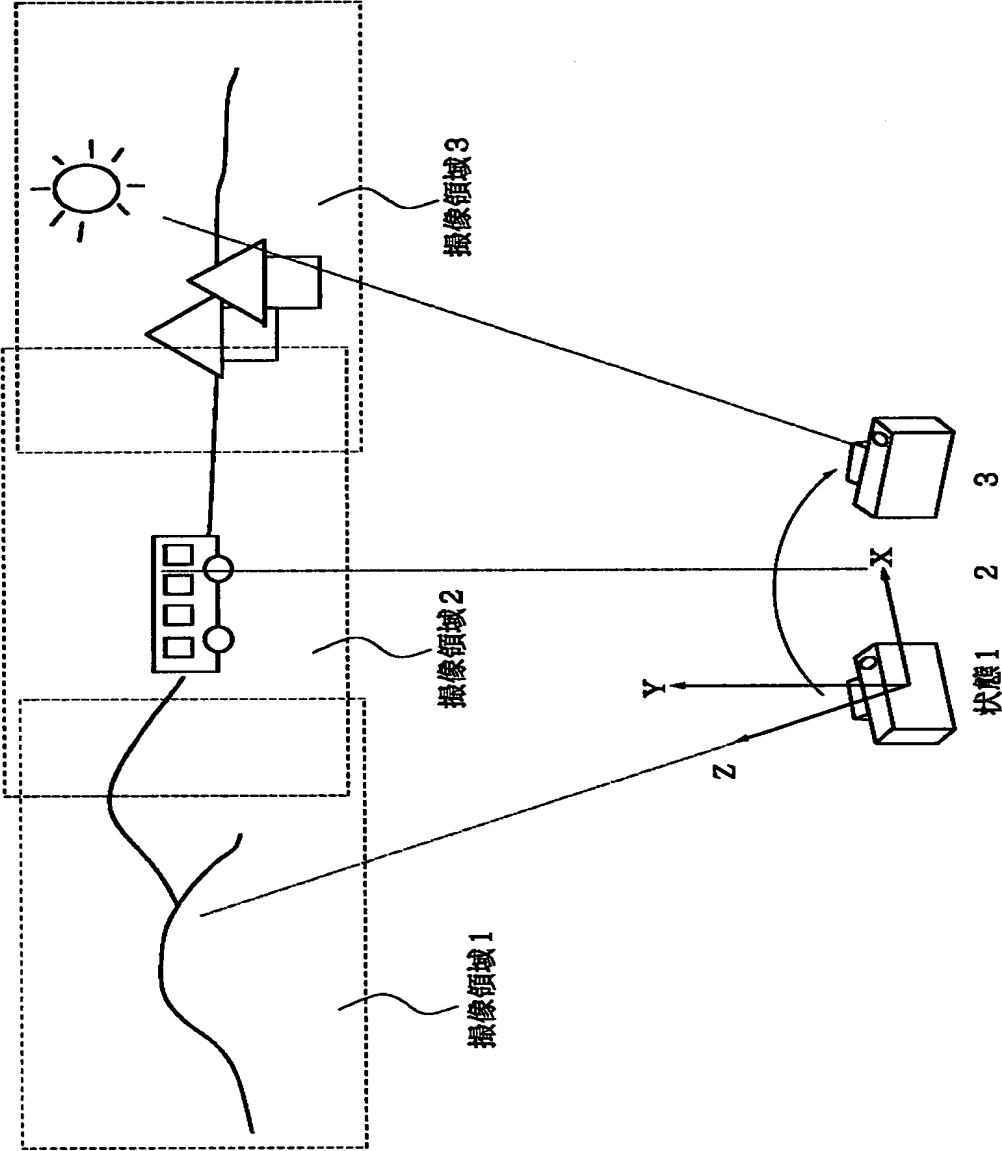
【書類名】

図面

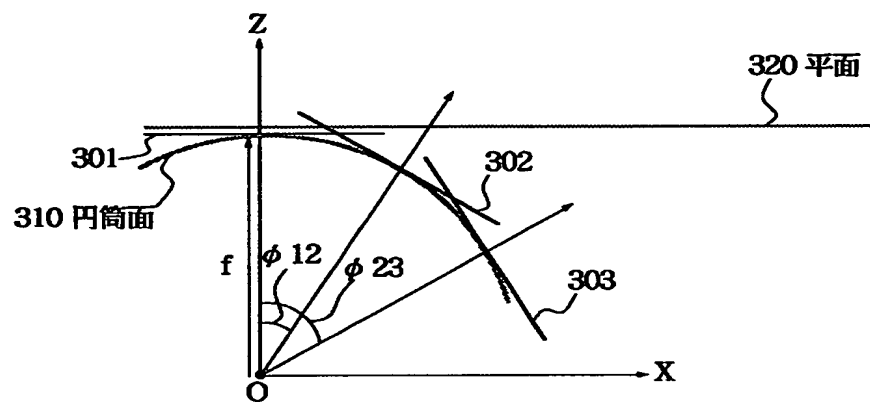
【図 1】



【図 2】

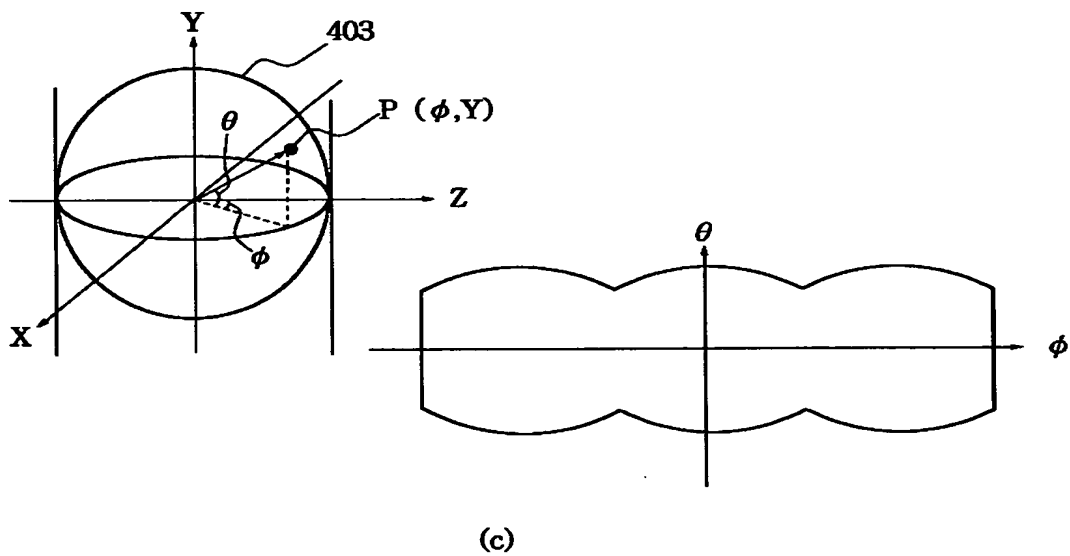
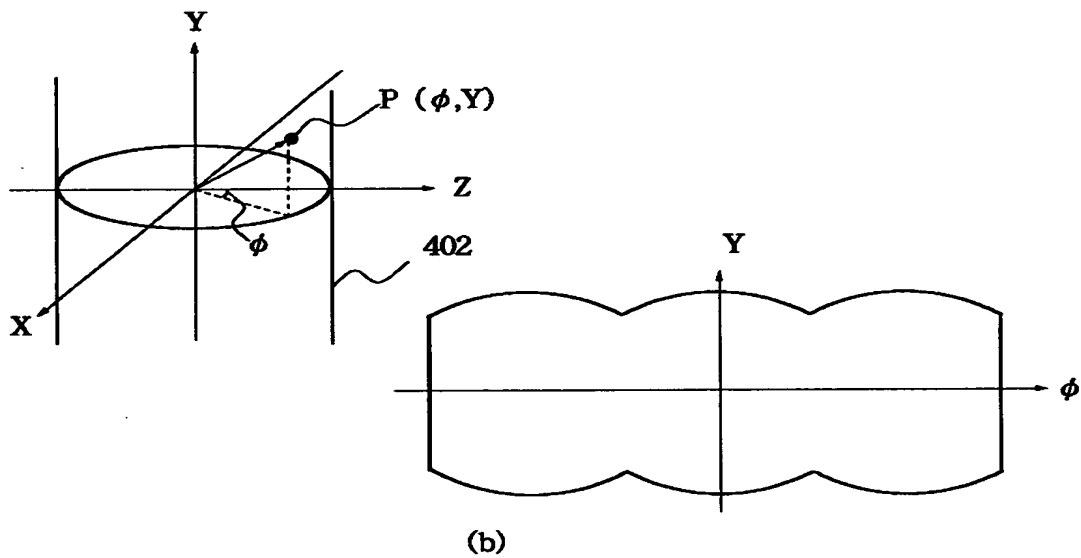
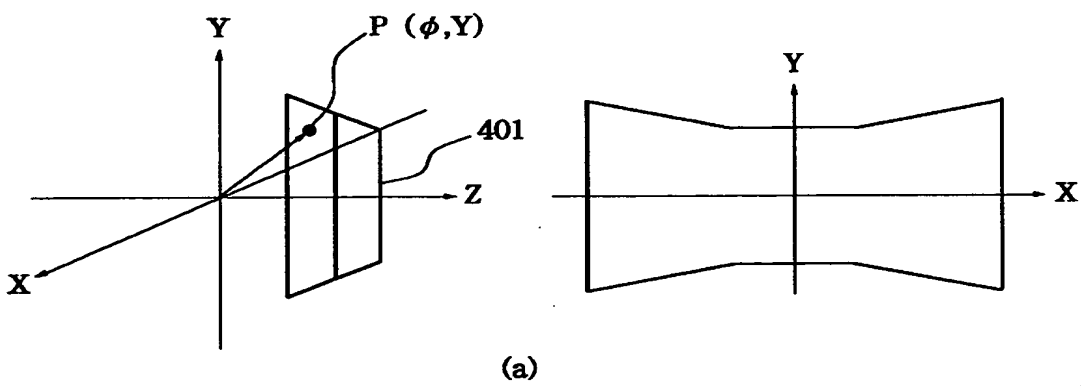


【図 3】

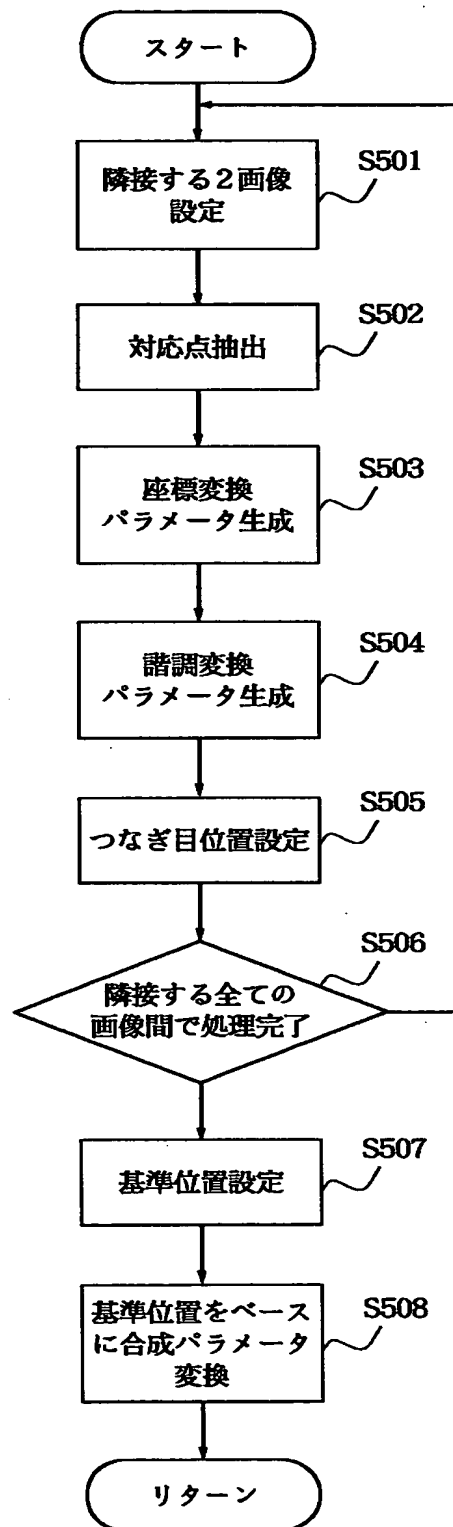




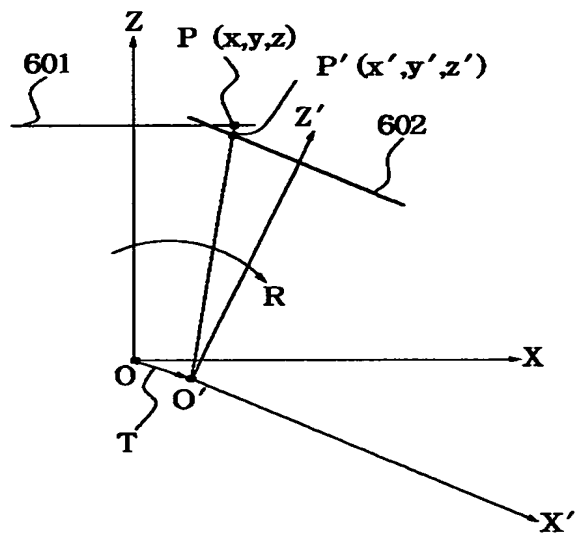
【図 4】



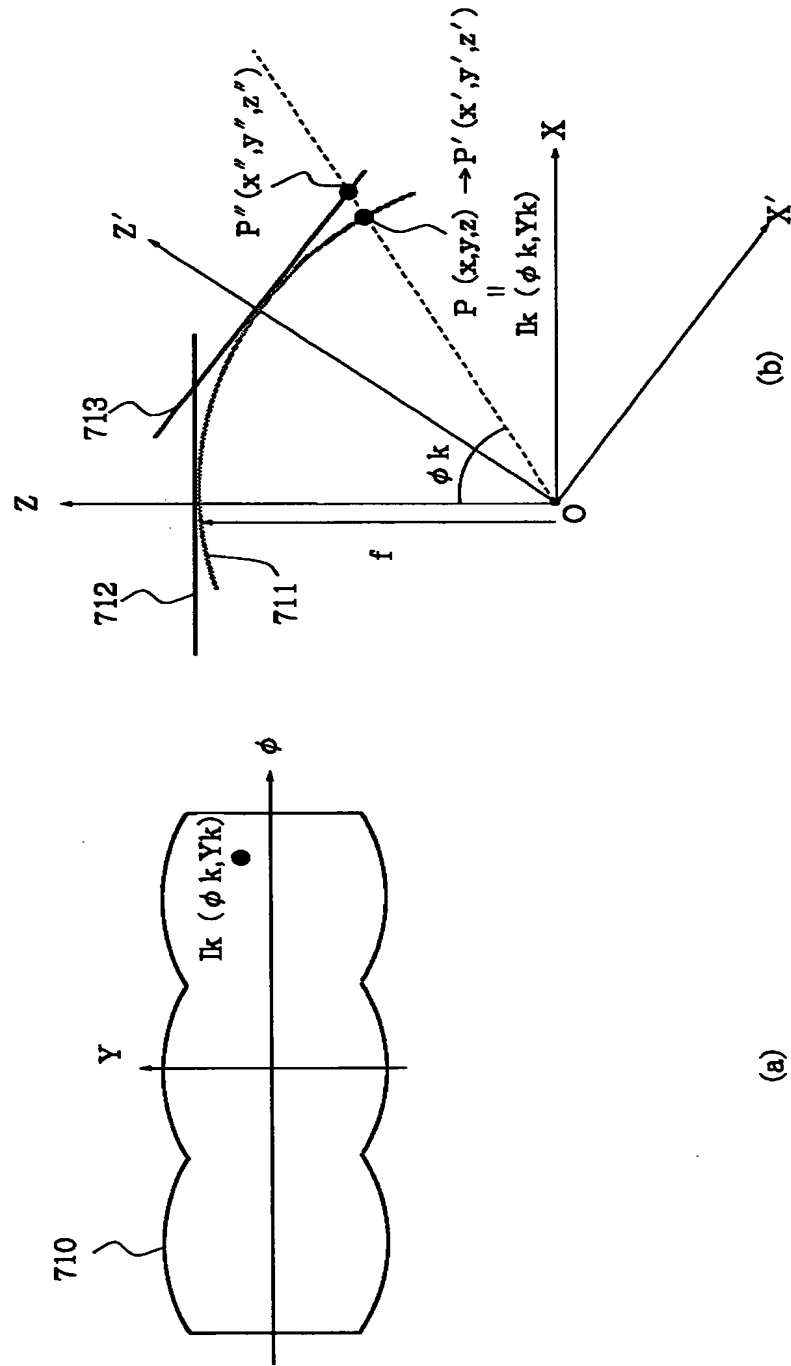
【図 5】



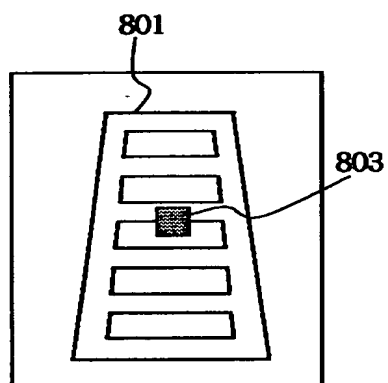
【図 6】



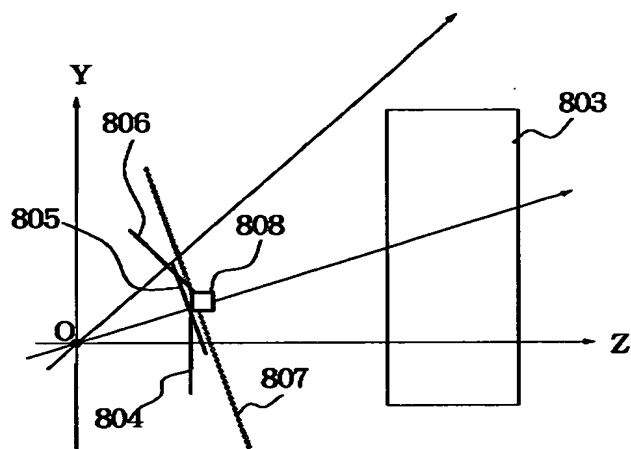
【図 7】



【図 8】

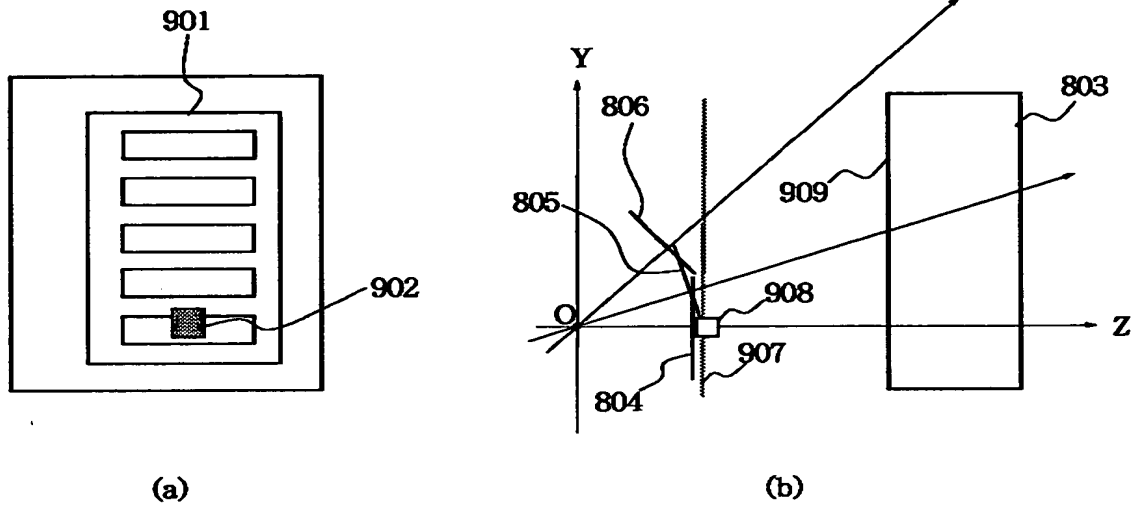


(a)

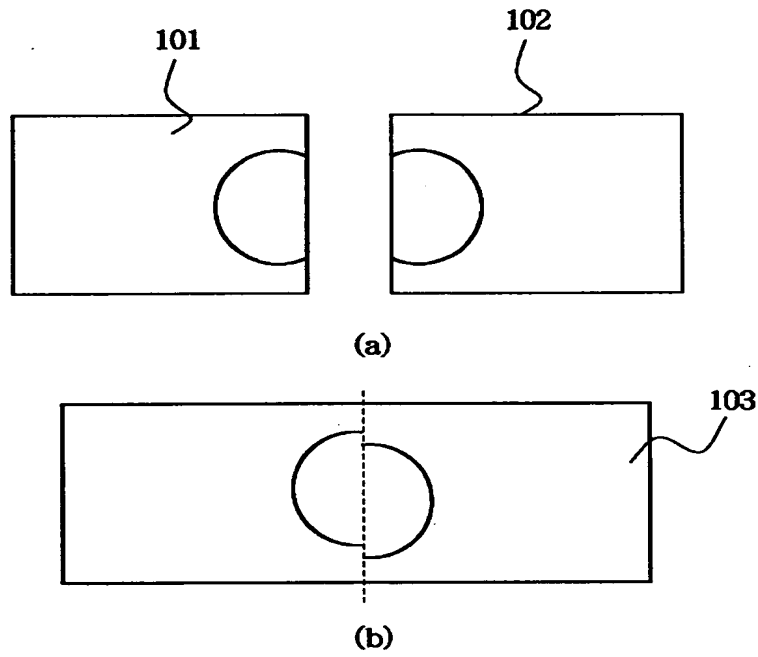


(b)

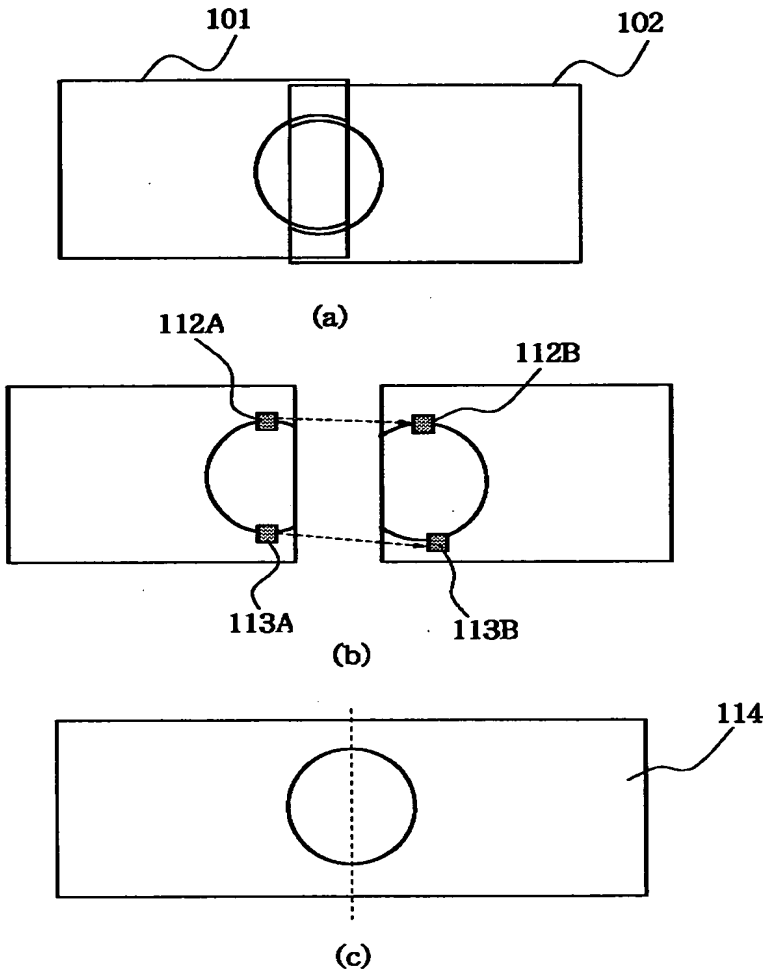
【図 9】



【図 1 0】

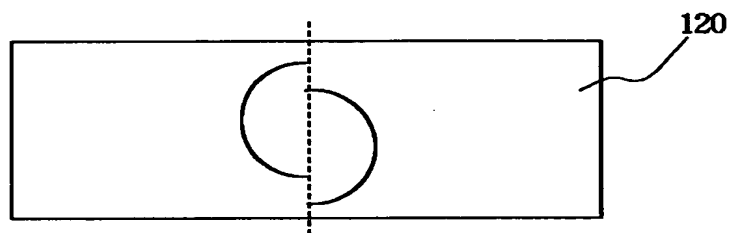


【図 1 1】

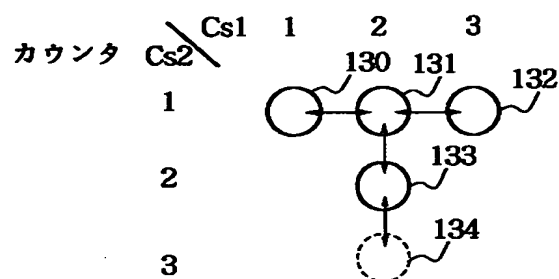




【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 例えば写像方法を変更して合成画像を作ろうとした場合、改めて複数の画像を入力し、別の写像方法で複雑な画像合成処理を繰り返し実行していた。つまり、パラメータ生成のための処理を最初から再実行しなければならないため、時間がかかり、非常に効率が悪かった。

また、合成した後の画像に関して写像を変換して表示するものもあるが、これは一旦合成した後の画像をもとにして、再度変換処理するものである。つまり、オリジナルの画像に対して少なくとも2度の画像変換処理を実行しているので、写像を変更した画像の画質が劣化してしまうという問題があった。

【解決手段】 入力された複数の画像を写像変換する前に、前記複数の画像のうち一方の画像の座標空間を、他方の画像の座標空間に変換する座標空間変換パラメータを生成し、与えられた写像方式と前記座標空間変換パラメータとに基づいて、複数の画像を合成することを特徴とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社